

Motor bakar penyalaan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum - Unjuk kerja dan cara uji





© BSN 2009

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Klasifikasi dan spesifikasi	3
5 Cara pengambilan contoh.....	4
6 Cara uji	4
7 Penandaan	12
Lampiran A (normatif)	13
Lampiran B (normatif)	16
Lampiran C (normatif).....	16
Lampiran D (normatif).....	17
Lampiran E (normatif)	18
Lampiran F (normatif)	20
Lampiran E (normatif)	21
Bibliografi	22

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Motor bakar penyalaan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum – Unjuk kerja dan cara uji* ini merupakan revisi SNI 05 – 0119 – 2000, *Cara uji unjuk kerja daya motor bakar gerak bolak-balik untuk kegunaan umum*. Standar ini disusun dengan pertimbangan kebutuhan perlindungan konsumen, penyesuaian dengan teknologi yang ada, menjamin kepastian mutu di dalam perdagangan terhadap produk yang selalu berkembang.

Standar ini telah dibahas dalam Rapat Konsensus yang diselenggarakan di Jakarta pada tanggal 21 Oktober 2008 yang dihadiri oleh wakil-wakil dari produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi pemerintah terkait.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 21-01, Permesinan dan produk permesinan.



Motor bakar penyalan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum – Unjuk kerja dan cara uji

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan unjuk kerja dan cara uji motor bakar penyalan kompresi gerak bolak-balik silinder tunggal untuk kegunaan umum daya rem sampai dengan 25 kW.

2 Istilah dan definisi

2.1

daya aksesoris

daya diperlukan untuk menggerakkan perlengkapan yang dipasang pada motor, agar motor dapat menghasilkan daya seperti dinyatakan

2.2

daya gesek

daya diperlukan untuk melawan gesekan-gesekan pada motor yang berputar, berikut perlengkapan lain yang bergesekan selama waktu pengujian

2.3

daya indikator

daya total yang terjadi di dalam silinder kerja yang ditimbulkan oleh gas pada bagian pembakaran untuk menggerakkan torak

2.4

daya pada pembatasan bahan bakar maksimal

daya maksimal yang dibangkitkan motor dalam penggunaannya yang sesuai, selama waktu dan kecepatan motor serta kondisi tertentu sampai dengan pembatasan pemberian bahan bakar

2.5

daya rem (*brake horse power*)

daya yang diukur pada poros keluar motor

2.6

daya rem lebih

daya rem yang terbesar yang dapat diberikan oleh motor baik secara terus-menerus selama satu jam untuk selang waktu 12 jam. Bila tidak ada data lain yang diberikan, daya lebih bernilai 110% dari daya terus menerus

2.7

daya operasionil

daya yang ditentukan pada kondisi sekeliling dan kondisi operasi dari pemakaian suatu motor

2.8

daya rem tanpa margin beban lebih

daya rem terbesar yang dapat diberikan motor selama waktu yang sesuai dengan penggunaannya, dimana pembatasan disetel terlebih dahulu sehingga daya rem tidak dapat dilampaui

2.9

daya rem terus-menerus dengan margin beban lebih

daya rem terbesar yang dapat diberikan oleh motor sesuai dengan penggunaannya dengan pembatasan daya diatur sehingga memungkinkan adanya suatu daya rem lebih

2.10

daya tertinggi

daya rem yang dapat diberikan motor, tanpa beban lebih, secara mekanis maupun termis selama 15 menit

2.11

konsumsi bahan bakar

massa bahan bakar yang dibutuhkan motor per satuan waktu

2.12

konsumsi minyak pelumas

massa minyak pelumas yang dibutuhkan motor per satuan waktu

2.13

kecepatan putar motor

kecepatan putaran rata-rata poros engkol setiap menit yang dinyatakan dalam putaran per-menit

2.14

motor bakar

suatu peralatan mekanis yang menghasilkan daya pada poros keluarnya, akibat proses termodinamis dalam silinder dengan torak yang bergerak bolak-balik, lengkap dengan seperangkat perlengkapan yang harus dipasang padanya, agar dapat menghasilkan unjuk kerja sesuai fungsinya

2.15

motor bakar untuk kegunaan umum

motor penggerak mula untuk semua peralatan mekanis

3 Klasifikasi dan spesifikasi

3.1 Klasifikasi

Motor penyalan kompresi dengan empat langkah diklasifikasikan berdasarkan besar daya rem (kW), yaitu:

- a) Kelas A : daya lebih besar 3 kW sampai dengan 7 kW
- b) Kelas B : daya lebih besar 7 kW sampai dengan 12 kW
- c) Kelas C : daya lebih besar 12 kW sampai dengan 25 kW

3.2 Spesifikasi

Spesifikasi motor bakar penyalan kompresi terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 - Spesifikasi motor bakar penyalan kompresi gerak bolak-balik empat langkah

Deskripsi	Satuan	Spesifikasi motor bakar berdasarkan daya rem motor					
		Kelas A		Kelas B		Kelas C	
Jumlah silinder		1		1		1	
Diameter x langkah	mm x mm	$\frac{(75 - 95) \times (75 - 90)}{2}$		$\frac{(95 - 115) \times (95 - 115)}{2}$		$\frac{(115 - 125) \times (105 - 125)}{2}$	
Isi silinder	cc	300 – 600		750 – 1800		1100 – 1500	
Tenaga kontinyu	kW / r p m	3,3/2200 – 7/2200		(8/2200) – (11,8/2200)		(12,5/2200) – (19,2/2200)	
Tenaga maksimum	kW / r p m	4/2200 – 7,7/2400		$\frac{(11,8/1800) - (14/2200)}{2}$		$\frac{(18,2/2200) - (23,3/2400)}{2}$	
Torsi maksimum	kg.m / r p m	1,4/1600 – 2,9/1800		(4,5/1200) – (5,5/1400)		$\frac{(6,1/1200) - (9,0 /1400)}{2}$	
Sistem pembakaran		Pembakaran langsung (<i>Direct injection</i>)					
		Pembakaran tidak langsung (<i>Indirect Injection</i>)					
Alat penyeimbang		Dua penyeimbang aksial					
Cara menghidupkan		Starter listrik dan Engkol starter					
Jenis bahan bakar		HSD dengan Cetane No. 45					
Sistem pelumasan		Oli diedarkan dengan pompa Trochoid					
Jenis minyak pelumas		SAE 30, SAE 40, API Grade CC, CD					
Arah putaran		Berlawanan dengan putaran jarum jam dilihat dari roda gaya					
Pemakaian bahan bakar	gr / kW.jam	175 – 210		180 – 195		170 – 195	
Sistem pendinginan		Hopper					
		Radiator					
Isi air pendingin	Lt	Hopper 8,0 – 14	Radiator 1,3 – 2,1	Hopper 10 – 20	Radiator 2,1 – 4,7	Hopper 20 – 25	Radiator 2,1 – 4,7
Isi tangki bahan bakar	Lt	7,5 – 10,5		9,5 – 16		15 – 20	
Isi minyak pelumas	Lt	1,3 – 2,8		5		5 – 7	
Lampu	V: W / W	Hopper	Radiator	Hopper	Radiator	Hopper	Radiator
		12 – 14 25/25 12 – 14 45/45					
Berat mesin (maks)	kg	67 – 115		125 – 202		180 – 225	

4 Cara pengambilan contoh

Contoh uji diambil secara acak sebanyak 2 (dua) unit per model dari alur produksi.

5 Syarat unjuk kerja

Tabel 2 - Daftar parameter

No	Parameter	Keterangan	Simbol	Satuan	Toleransi
1	2	3	4	5	6
1	Parameter umum	Jumlah putaran poros	n	s ⁻¹	± 2%
1.1	Kecepatan putar motor ^{a)}	engkol dalam waktu tertentu.		min ⁻¹ r/min	
1.2	Kecepatan putar poros penggerak motor	Jumlah putaran poros penggerak pada motor dalam waktu tertentu.	n _d	s ⁻¹ min ⁻¹ r/min	± 2 %
2	Tekanan ^{b, c)}				
2.1	Tekanan Barometer ^{d)}				
2.2	Tekanan minyak pelumas	Tekanan minyak pada titik sistem pelumasan (di sirkit sebelum dan setelah penyaring, pendingin, dll)	p _o	kPa	± 5%
2.3	Tekanan pasokan bahan bakar	Tekanan bahan bakar rata-rata pada lubang masukan pompa injeksi	p _t	kPa	± 10%
3	Suhu ^{e, f)}				
3.1	Suhu sekitar	Tingkat temperatur atmosfer lingkungan dari instalasi motor pada lokasi yang diberikan	T _a	K	± 2%
3.2	Suhu udara pada lubang masuk motor	Suhu udara pada motor atau tekanan pengisian pada lubang masuk motor	T _d	K	± 2 K
3.3	Suhu udara pengisian setelah tekanan pengisian		T _b	K	± 4 K
3.4	Suhu gas keluar pada pada lubang masuk turbin atau lubang masuk gas keluaran lainnya	Suhu rata-rata gas keluaran yang diukur dengan thermal pick-up sebelum turbin	T _{g1}	K	± 25 K
3.5	Suhu gas keluar pada pipa keluaran atau setelah turbin atau gas keluaran lainnya	Suhu rata-rata gas keluaran yang diukur dengan thermal pick-up pada manipol keluaran atau setelah turbin	T _{g2}	K	± 15 K

Tabel 2 - (lanjutan)

No	Parameter	Keterangan	Simbol	Satuan	Toleransi
1	2	3	4	5	6
3.6	Suhu pendingin	Suhu pada titik sistem fluida pendinginan	T_d	K	± 2 K
3.7	Suhu bahan bakar	Suhu bahan bakar pada titik sistem bahan bakar	T_t	K	± 5 K
4	Konsumsi^{g)}				
4.1	Konsumsi bahan bakar	Kuantitas bahan bakar yang dipakai oleh motor dalam per satuan waktu.	B	g/s kg/s kg/h	$\pm 3\%$
4.2	Konsumsi bahan bakar spesifik	Konsumsi bahan bakar per satuan daya	b	g/(kWh)	$\pm 3\%$
4.3	Konsumsi minyak pelumas silinder	Kuantitas pemakaian minyak pelumas per satuan waktu	C_{cyl}	g/s kg/s kg/s	$\pm 10\%$
4.4	Konsumsi spesifik minyak silinder	Konsumsi minyak pelumas silinder per-satuan daya	c_{cyl}	g/(kW.h) g/MJ	$\pm 13\%$
4.5	Konsumsi udara	Kuantitas udara jatuh ke dalam motor dari atmosfer per satuan waktu	A	kg/s kg/h	$\pm 5\%$
4.6	Konsumsi udara spesifik	Konsumsi udara per satuan daya	a	kg/(kW.h) kg/MJ	$\pm 5\%$
5	Aliran-aliran				
5.1	Aliran fluida pendinginan	Kuantitas aliran fluida melalui sistem pendinginan motor per satuan waktu	m_{cyl}	kg/s kg/h	$\pm 10\%$
5.2	Aliran minyak pelumas	Kuantitas aliran fluida melalui sistem pelumasan motor per satuan waktu	m_o	kg/s kg/h	$\pm 10\%$
6	Karakteristik pengeluaran gas buang				
6.1	Indeks asap ^{h)}	Pengotoran saringan (dinyatakan sebagai fungsi dari sifat pantul cahaya) oleh gas yang pekat ⁱ⁾	r	Nilai asap	$\pm 0,3$ pada skala 10 satuan ⁿ⁾
6.2	Sifat tak tembus cahaya dari asap ^{h)}	a. Terhalangnya cahaya oleh gas pekat ^{j)}	N	%	$\pm 5\%$
		b. Koefisien dari penyerapan cahaya ^{k)}	k	m^{-1}	$\pm 5\%$
6.3	Kandungan jelaga ^{h)}	Konsentrasi endapan karbon ^{l)}	C_c	g/m ³	$\pm 10\%$

Tabel 2 - (lanjutan)

No	Parameter	Keterangan	Simbol	Satuan	Toleransi
1	2	3	4	5	6
6	Karakteristik pengeluaran gas buang				
6.4	Komposisi pengeluaran gas ^{m)}	Konsentrasi volumetris dari komponen gas	C_B^s	% atau ppm	AMC ^t
6.5	Kecepatan pengeluaran ⁿ⁾	Massa dari tiap komponen per satuan waktu.	E_B^s	g/h	AMC ^t
6.6	Emisi spesifik	Kecepatan emisi per satuan daya.	E_B^a	g(kW.h)	AMC ^t

Keterangan:

- a) Diukur dengan tachometer, penghitung putaran atau tachoscope atau peralatan lain yang serupa.
- b) Ketelitian setiap tekanan (kecuali tekanan pada point 2.1 dan point 2.5) diberikan sebagai presentasi dari tekanan terukur.
- c) Satuan bar boleh dipakai sebagai pengganti kPa atau MPa.
- d) Diukur dengan barometer jenis pegas fluida atau peralatan lain yang serupa.
- e) Dengan metode ukur listrik (thermometer tahanan atau thermocouple dengan perlengkapan pengukur) atau thermometer zat cair.
- f) Satuan °C mungkin digunakan sebagai pengganti K.
- g) Konsumsi diukur dengan metode masa atau volume, dengan menetapkan waktu selama kuantitas fluida dikonsumsi atau alternatif lain dengan menggunakan sistem perbedaan tekanan normal atau jenis alat pengukur aliran yang lain.
- h) Pabrik boleh memilih salah satu parameter point 6.1 atau point 6.3 untuk mengukur sifat tembus cahaya atau point 6.2 untuk mengukur sifat tak tembus cahaya menurut fasilitas yang tersedia.
- i) Diukur dengan mengalirkan gas yang diketahui volumenya melalui luas spesifik dari kertas saringan (putih) dan menentukan pengukuran pantulan cahaya dari saringan.
- j) Diukur pada seluruh penampang memanjang pipa buang pada ruas paling dekat dengan lubang ke luar atau meliputi panjang tertentu kolom asap, dimana dimensi linier masing-masing dinyatakan dengan L dalam satuan meter.
- k) Nilai k didapat dari persamaan :

$$k = -\frac{1}{L} \log_e \left(1 - \frac{N}{100} \right)$$

dimana N adalah pembacaan sifat tak tembus cahaya dengan skala linier antara 0 sampai 100 satuan.

- l) Diukur dengan penambahan massa dari saringan yang telah dilalui oleh gas buang pekat yang diketahui volumenya dan disesuaikan terhadap suhu dan tekanan standar.
- m) Dihitung dengan metode kimia atau fisika yang tepat untuk tiap-tiap komponen (dan/atau konsentrasinya).
- n) Dihitung dari pengukuran-pengukuran konsentrasi pengeluaran dan kecepatan aliran gas buang.

6 Cara uji

6.1 Umum

6.1.1 Kondisi acuan ideal

Pengujian daya, konsumsi bahan bakar dan pemakaian minyak pelumas dan emisi gas buang harus sesuai:

Tekanan total barometer, P_r = 100 kPa (100kN/m²)
 Suhu udara, T_r = 300 K (27 °C)
 Kelembaban relatif, e = 60%

6.1.2 Daya operasional

Untuk mewujudkan suatu daya operasi, kondisi-kondisi sebagai berikut harus diambil untuk perhitungan:

- a) kondisi sekeliling
- b) beban normal motor
- c) lama tenggang waktu periode pemeliharaan yang diharapkan

6.2 Alat uji dan persyaratannya

Alat uji yang digunakan dalam pengujian harus terkalibrasi.

6.2.1 Momen puntir

6.2.1.1 Momen puntir diukur dengan menggunakan dinamometer setelah motor stabil.

6.2.1.2 Batas skala dinamometer harus lebih besar dari daya motor maksimum atau 75 %.

6.2.1.3 Kopling yang menghubungkan motor dengan dinamometer harus tetap seimbang (*balance*) dan hanya boleh menyerap daya sekecil-kecilnya pada berbagai tingkat kecepatan motor selama pengujian.

6.2.2 Kecepatan putar

Kecepatan putar diukur dengan tachometer atau stroboscope. Lama waktu pengukuran kecepatan putar harus diambil lebih dari 20 detik untuk setiap pengukuran.

6.2.3 Waktu

Waktu diukur dengan stopwatch.

6.2.4 Konsumsi bahan bakar

6.2.4.1 Pengukuran konsumsi bahan bakar berdasarkan massa

6.2.4.2 Waktu untuk setiap pengukuran harus lebih dari 10 detik

Satuan konsumsi bahan bakar dinyatakan dalam g/detik

6.2.5 Konsumsi, suhu dan tekanan minyak pelumas

6.2.5.1 Konsumsi, suhu dan tekanan minyak pelumas diukur dengan syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Konsumsi minyak pelumas diukur dengan satuan g/detik.
- b. Pengukuran minyak pelumas yang dilakukan dengan cara mengukur selisih berat minyak pelumas sebelum dan sesudah pengujian dengan memperhatikan suhu pelumas dan waktu pengujian yang ditetapkan.

6.2.5.2 Suhu minyak pelumas dari motor bakar dengan sistem pelumasan yang mempunyai palung pelumas, harus diukur pada tengah kedalaman dari palung pelumas. Apabila hal ini tidak mungkin dilakukan pengukuran, suhu dapat diukur pada tempat lain yang memungkinkan.

6.2.6 Suhu

6.2.6.1 Suhu diukur dengan termometer atau termokopel

6.2.6.2 Suhu-suhu perlu diukur serta lokasi-lokasi pengukuran adalah sebagai berikut:

- a. Suhu udara yang masuk ke dalam motor dari sekelilingnya diukur dengan cara sedemikian rupa untuk memperoleh suhu rata-rata udara dengan memperhatikan posisi, thermometer atau termokopel harus terlindung dari radiasi panas,
- b. Pada motor berpendingin udara, suhu diukur pada sirip kepala silinder.
- c. Suhu gas buang diukur pada saluran pembuangan atau *exhaust manifold*.

6.2.7 Persyaratan emisi gas buang dan tingkat kebisingan

Persyaratan emisi gas buang untuk motor bakar sesuai dengan peraturan yang berlaku. Tingkat kebisingan tidak lebih dari 90 dB diukur dari jarak 2 m dari sumber suara dengan *sound level meter*.

6.2.8 Pengukuran kondisi ideal

6.2.8.1 Untuk menentukan kondisi tempat pengujian digunakan thermometer lengkap dengan thermometer tabung basah dan kering atau alat-alat ukur lain yang fungsinya sejenis.

6.2.8.2 Untuk menentukan tekanan udara pada ruang pengujian digunakan aneroid atau mercury barometer atau alat-alat ukur lain yang fungsinya sejenis.

6.3 Kondisi uji

6.3.1 Jalankan motor sampai tercapai suhu pelumas 80 °C.

6.3.2 Pengujian dilakukan dengan dinamometer.

6.3.3 Selama pengujian motor berlangsung, tambahan pengaturan-pengaturan tidak boleh dilakukan kecuali untuk mempertahankan kondisi pengujian dan operasi normal.

6.3.4 Bila penghentian terjadi yang disebabkan oleh kerusakan bagian motor, maka keputusan untuk pengulangan secara sebagian atau keseluruhan pengujian ini harus terekam.

6.3.5 Penyesuaian daya rem dan konsumsi bahan bakar spesifik

Bila kondisi pengujian menyimpang dari kondisi acuan ideal (lihat sub pasal 6.1.1) atau kondisi dimana motor digunakan, daya rem yang dihasilkan motor harus dikoreksi dengan cara perhitungan penentuan penyesuaian daya. Cara lain sebagai alternatif adalah dengan pengujian motor dilakukan pada ruangan yang dikondisikan.

Penyesuaian tersebut di atas dilakukan untuk penentuan:

- a) besar daya dan konsumsi bahan bakar spesifik yang diperoleh pada kondisi pengujian motor sudah sesuai dengan nilai yang telah ditentukan.
- b) daya maksimal yang diijinkan pada kondisi yang berbeda dari kondisi acuan ideal untuk mencegah pembebanan lebih pada motor.

6.3.6 Penyesuaian daya rem dan konsumsi bahan bakar spesifik dilaksanakan bila pembebanan kondisi operasi pemakaian motor dengan kondisi acuan ideal lebih besar dari:

- ± 6 K untuk perbedaan suhu absolut udara bebas
- ± 2 kPa untuk perbedaan tekanan barometer

6.3.7 Daya dan konsumsi bahan bakar spesifik harus ditentukan dengan menggunakan rumus pada sub pasal 6.4.1.2.

6.3.8 Jika pada rumus di atas tidak terdapat rumus yang sesuai untuk penyesuaian daya keluar dan konsumsi bahan bakar spesifik, maka cara penyesuaian harus disetujui secara tertulis oleh pihak terkait.

6.3.9 Uji daya rem untuk mendapatkan data daya terhadap kecepatan putar didapatkan dengan cara menjalankan motor pada beberapa kecepatan putar sampai dengan beban penuh (*full throttle*).

6.3.10 Uji konsumsi bahan bakar terdiri dari tingkat beban motor pada berbagai kecepatan untuk konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan pemakaian minyak pelumas sampai dengan beban penuh.

6.3.11 Pencatatan data baru boleh dilakukan setelah momen puntir, kecepatan dan suhu sekurang-kurangnya dalam waktu 2 menit menunjukkan nilai yang stabil dengan fluktuasi maksimal sebesar 1%.

6.3.12 Kecepatan motor sedapat mungkin dijaga konstan selama pembacaan dan tidak boleh dideviasi dari kecepatan normal $\pm 1\%$ atau 10 rpm dipilih mana yang lebih besar.

6.3.13 Suhu cairan pendingin pada saluran keluar dijaga pada 358 ± 5 K (85 ± 5) °C.

6.3.14 Pencatatan data dilakukan paling sedikit pada 5 kecepatan putaran, meliputi putaran stabil paling rendah, sampai dengan putaran maksimum sesuai ketentuan.

6.3.15 Data harus dicatat dan dihitung.

6.3.16 Uji konsumsi bahan bakar

Pencatatan data dilakukan paling sedikit dilakukan pada 6 titik tingkat konsumsi bahan bakar. Kalau tidak ada ketentuan lain pembebanan ditentukan pada: 100%, 110%, 75%, 50%, 25%, dan 0% dari beban penuh sehingga didapat karakteristik dari konsumsi bahan bakar pada daerah kerja motor.

6.3.17 Konsumsi minyak pelumas

- Konsumsi minyak pelumas spesifik ialah pemakaian minyak pelumas persatuan daya yang harus dinyatakan.
- Konsumsi minyak pelumas dalam suatu jangka waktu tertentu dari motor harus dinyatakan.
- Minyak pelumas untuk keperluan pengujian harus merupakan minyak pelumas normal yang disyaratkan oleh pabrik.

6.4 Perhitungan

6.4.1 Penyesuaian daya rem

6.4.1.1 Daya rem yang dihasilkan motor yang diuji harus disesuaikan apabila perbedaan antara kondisi operasi dengan kondisi acuan ideal lebih besar dari:

- ± 6 K untuk perbedaan suhu absolut udara bebas.
- ± 2 kPa untuk perbedaan tekanan barometer.

6.4.1.2 Apabila dibutuhkan untuk menjalankan motor, pada kondisi selain kondisi acuan ideal (lihat sub pasal 6.1.1) maka daya rem bersih yang dihasilkan motor harus disesuaikan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (lihat catatan 1):

$$P_x = \alpha P_r \dots\dots\dots (1)$$

$$\alpha = k - 0,7(1 - K)\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right) \dots\dots\dots (2)$$

$$k = \left(\frac{p_x - a\phi_x p_{sx}}{p_r - a\phi_r p_{sr}}\right)^m \left(\frac{T_r}{T_x}\right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}}\right)^s \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- | | |
|---------|--|
| P | adalah daya rem |
| A | adalah faktor penyesuaian daya |
| K | adalah perbandingan daya indikator |
| p | adalah tekanan barometer |
| Ps | adalah tekanan uap jenuh |
| Tc | adalah suhu udara absolut pengisian yang didinginkan |
| E | adalah kelembaban nisbi (lihat catatan 2) |
| Tc | adalah suhu absolut udara pengisian yang didinginkan |
| η | adalah efesiensi mekanis (lihat catatan 3) |
| πr | adalah perbandingan tekanan dorong pada saat motor mencapai daya yang dinyatakan dalam kondisi acuan ideal (perbandingan ini harus dinyatakan oleh pabrik) |

π Maks adalah perbandingan tekanan dorong maksimal (perbandingan ini harus dinyatakan oleh pabrik)

Indeks bawah r berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi acuan ideal. Indeks bawah x berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi operasi pada saat pengujian.

Faktor a, eksponen, m, n dan s adalah nilai numerik yang didapat dari Tabel 3.

CATATAN:

- 1) Apabila kondisi udara bebas pada saat pengujian lebih menguntungkan dibandingkan dengan kondisi acuan ideal, maka daya yang dihasilkan pada saat itu boleh dianggap sebagai daya yang dinyatakan dalam kondisi acuan ideal.
- 2) Apabila kelembaban nisbi tidak diketahui, maka nilainya harus dianggap 60% untuk rumus referensi A, E, dan G dalam Tabel 3.
Untuk semua rumus referensi yang lain, penyesuaian tidak tergantung pada kelembaban ($a = 0$).
- 3) Nilai efisiensi mekanis (η_m). Bila nilai ini tidak dinyatakan maka diasumsikan $\eta_m = 0,8$.
- 4) Dalam menentukan "Standar Daya" harus menyatakan rumus referensi dalam Tabel 3 yang digunakan, sebagai berikut:

Tabel 3 - Nilai numerik dari faktor penyesuaian daya

Jenis motor	tipe bahan bakar	Kondisi		Rumus referensi	Faktor	Eksponen		
					a	m	n	s
Motor bakar penyalaan kompresi	diesel fuel oils (minyak solar)	Tanpa turbo charger	Daya terbatas oleh udara dan perbandingan bahan bakar	A	1	1	0,75	0
			Daya terbatas oleh alasan thermis	B	0	1	1	0

CATATAN: Faktor dan eksponen dalam tabel didapat dari hasil pengujian sejumlah motor yang representatif dan harus digunakan dalam hal tidak didapatkan informasi yang khusus. Tabel 3 hanya berlaku untuk motor empat langkah saja.

6.4.1.3 Penyesuaian konsumsi bahan bakar

Bila motor diperlukan beroperasi pada kondisi acuan tidak ideal (lihat sub pasal 6.1.1), maka konsumsi bahan bakarnya akan berbeda dengan konsumsi bahan bakar pada saat motor tersebut beroperasi pada kondisi acuan ideal, oleh karena itu harus diadakan penyesuaian dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$b_x = \beta b_r \dots\dots\dots (4)$$

$$\beta = \frac{k}{\alpha} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

B = konsumsi bahan bakar spesifik
 β = faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar
 α = faktor penyesuaian daya
k = perbandingan daya indikator

Indeks bawah r berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi acuan ideal.

Indeks bawah x berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi operasi pada saat pengujian.

7 Syarat lulus uji

Motor bakar penyalaan kompresi gerak bolak balik untuk kegunaan umum dinyatakan lulus uji bila memenuhi persyaratan mutu dan unjuk kerja sesuai dengan pasal 3, pasal 5 dan pasal 6.

8 Penandaan

8.1 Tiap motor bakar harus diberikan label bagian yang mudah dilihat jelas dengan mencantumkan hal-hal sebagai berikut:

1. Merek
2. Nama Pabrik
3. Model / Tipe
4. No. Seri
5. Daya rem
6. Putaran
7. Volume langkah

8.2 Tiap motor bakar harus dilengkapi label petunjuk atau instruksi teknis mengenai cara pemakaian dan perawatan (misalnya: kapasitas, minyak pelumas, petunjuk tuas kecepatan, dll).



Lampiran A (normatif)

Laporan hasil uji

A.1 Laporan hasil uji harus memuat:

1. Tanggal, tempat, jenis uji dan penguji
2. Jenis bahan bakar dan minyak pelumas yang digunakan selama pengujian
3. Perlengkapan berpengaruh, pengaturan motor dan peralatan perlengkapan-perlengkapan lainnya.
4. Tabel dan data pengukuran selama pengujian
5. Interpretasi dari pengukuran-pengukuran tertentu yang dibutuhkan.
6. Referensi SNI yang digunakan.

A.2 Keterangan teknis yang harus diberikan oleh pabrik

- a) Daya motor
- b) Putaran motor per menit
- c) Arah putaran motor
- d) Jumlah dan susunan letak silinder
- e) Motor empat langkah pengisian udara secara alamiah
- f) Cara menghidupkan motor, perlengkapan yang diserahkan dan perlengkapan tambahan yang dibutuhkan.
- g) Spesifikasi dan nilai kalor bahan bakar terendah dari bahan bakar yang dianjurkan serta konsumsi bahan bakar.
- h) Jenis dan derajat (grade) minyak pelumas yang dianjurkan.
- i) Pemakaian minyak pelumas.
- j) Jenis pengatur putaran motor dan perlambatan putaran motor bila dibutuhkan.
- k) Cara pendinginan, minyak pelumas dan air yang dibutuhkan.
- l) Berat motor, lengkap dengan manipol gas buang dan rangka motor, tanpa minyak pelumas, bahan bakar dan air.
- m) (1) Ukuran bagian motor yang tersebar
- n) (2) Ukuran luar motor dan gambar kasar (outline)
- o) (3) Tinggi kait maksimum yang disyaratkan pada saat perbaikan menyeluruh
- p) Jadwal perawatan yang dianjurkan serta masa perbaikan menyeluruh.
- q) Ketahanan motor untuk pembebanan penuh.

Lampiran B
(informatif)

Contoh-contoh perlengkapan yang mungkin dipasang

Daftar A: Parameter uji

Tabel B.1 - Daftar parameter uji

NO.	Parameter yang diukur	Kelompok Pengukuran				
		Nomor kelompok motor				
		1	2	3	4	5
A.1.	Tekanan barometer, kelembaban, suhu sekeliling	x	x	x	x	x
A.2.	Kecepatan putaran motor atau kecepatan siklus	x	x	x	x	x
A.3.	Torsi motor dan/ atau pompa bahan bakar atau governor	x	x	x	x	x
A.4.	Pompa bahan bakar atau pengatur atau batang pengontrol throttle	x	x	x	x	x
A.5.	Konsumsi bahan bakar		x	x	x	x
A.6.	Tekanan minyak pelumas		x	x	x	x
A.7.	Suhu dan tekanan gas buang yang keluar dari motor		x	x	x	x
A.8.	Tekanan udara masuk dan suhu di motor atau tekanan pada lubang masuk alat pengisi tekan		x	x	x	x
A.10.	Tekanan dorong pada manipol udara			x	x	x
A.11.	Kecepatan turbocharger			x	x	x
A.12.	Suhu rata-rata media pendingin pada saat masuk dan keluar blok silinder			x	x	x
A.13.	Suhu minyak pelumas pada saat masuk dan keluar motor			x	x	x
A.14.	Penurunan tekanan udara pada pendinginan udara			x	x	x
A.15.	Tekanan dorong setelah masing-masing pendingin udara			x	x	x
A.16.	Suhu udara pengisi setelah masing-masing pendingin udara			x	x	x
A.17.	Suhu media pendingin pengisi yang masuk dan keluar			x	x	x
A.18.	Tekanan silinder maksimal				x	x
A.19.	Tekanan gas buang pada lubang masuk turbin			x	x	x
A.20.	Suhu gas buang dari masing-masing silinder				x	x
A.21.	Tekanan dan suhu masing-masing sirkuit pendingin				x	x
A.22.	Tekanan minyak pelumas pada masing-masing sirkuit				x	x
A.23.	Tekanan minyak pelumas sebelum dan setelah penyaring dan pendingin				x	x
A.24.	Suhu media pendingin kedua dan suhu minyak pelumas didalam dan di luar heat exchanger				x	x
A.25.	Suhu dan Tekanan bahan bakar supply				x	x
A.26.	Tekanan kompresi				x	x

Daftar B: Hasil uji

- B.1. : Daya rem
- B.2. : Konsumsi bahan bakar spesifik pada daya rem

Daftar C: Pengecekan fungsi

Pemeriksaan yang harus dilakukan untuk membuktikan :

- C.1. : Berfungsinya dari alat pengaman terhadap putaran yang berlebihan.
- C.2. : Karakteristik dinamis dan karakteristik pada putaran tetap setiap saat dari sistem pengaturan.
- C.3. : kemampuan dari alat-alat yang berfungsi untuk memberi isyarat dan melindungi motor dari kegagalan-kegagalan yang terjadi pada operasinya untuk bereaksi kalau seandainya terjadi kesalahan-kesalahan pada operasi motor tersebut.
- C.4 : Berfungsinya dengan baik semua kontrol tekanan otomatis dan suhu
- C.5. : Kemampuan starter motor.
- C.6. : Suhu komponen utama
- C.7. : Kestabilan motor pada pendukungnya

B.1 Pemeriksaan yang perlu

Daftar C berisi pemeriksaan yang selanjutnya dapat diterapkan untuk motor-motor kelompok 2 sampai dengan 5 pada Daftar A.

B.2 Macam-macam pengujian

Macam-macam pengujian berisi urutan-urutan yang spesifik dari kombinasi frekuensi beban/putaran dan penyetopan. Macam-macam pengujian harus meliputi, sejauh dapat dipakai semua pengukuran-pengukuran, perhitungan dan pemeriksaan yang perlu yang terdapat pada Daftar A, kelompok motor bakar, dan Daftar B dan C dan tambahan lagi Daftar D sebagai berikut:

Daftar D: Uji tambahan

- D.1. : Pemakaian minyak pelumas
- D.2. : Pembongkaran dan pengukuran bagian-bagian yang penting yang mengalami keausan.

Pengujian-pengujian khusus

Pengujian khusus terdapat pada Daftar E sebagai berikut:

Daftar E: Pengujian khusus (contoh)

- E.1. : Tingkat suara
- E.2. : Karakteristik emisi gas buang
- E.3. : Kemampuan untuk mengikuti syarat-syarat pemeliharaan dalam tenggang waktu yang dinyatakan oleh pabrik.

Lampiran C (Normatif)

Penentuan faktor penyesuaian daya (α)

Tabel dibawah ini memberikan nilai-nilai faktor penyesuaian daya (α) untuk nilai-nilai perbandingan dari daya indikator (k) dan efisiensi mekanis (η_m) yang telah diketahui.

Nilai k dapat ditentukan dari Tabel C.1. Nilai η_m dinyatakan seperti pada sub pasal 6.4.1.2 catatan 4.

Tabel C.1 – Nilai faktor penyesuaian daya (α)

k	α					
	Mechanical efficiency (η_m)					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,50	0,350	0,383	0,413	0,438	0,461	0,482
0,52	0,376	0,409	0,436	0,461	0,483	0,502
0,54	0,402	0,433	0,460	0,483	0,504	0,523
0,56	0,428	0,457	0,483	0,506	0,526	0,544
0,58	0,454	0,482	0,507	0,528	0,547	0,565
0,60	0,480	0,507	0,530	0,551	0,569	0,585
0,62	0,506	0,531	0,554	0,573	0,590	0,606
0,64	0,532	0,556	0,577	0,596	0,612	0,627
0,66	0,558	0,581	0,601	0,618	0,634	0,648
0,68	0,584	0,605	0,624	0,641	0,655	0,668
0,70	0,610	0,630	0,648	0,663	0,677	0,689
0,72	0,636	0,655	0,671	0,685	0,698	0,710
0,74	0,662	0,679	0,695	0,708	0,720	0,730
0,76	0,688	0,704	0,718	0,730	0,741	0,751
0,78	0,714	0,729	0,742	0,753	0,763	0,772
0,80	0,740	0,753	0,765	0,775	0,784	0,793
0,82	0,766	0,778	0,789	0,798	0,806	0,813
0,84	0,792	0,803	0,812	0,820	0,828	0,834
0,86	0,818	0,827	0,836	0,843	0,849	0,855
0,88	0,844	0,852	0,859	0,865	0,871	0,876
0,90	0,870	0,877	0,883	0,888	0,892	0,896
0,92	0,896	0,901	0,906	0,910	0,914	0,917
0,94	0,922	0,926	0,930	0,933	0,935	0,938
0,96	0,948	0,951	0,953	0,955	0,957	0,959
0,98	0,974	0,975	0,977	0,978	0,978	0,979
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	1,026	1,025	1,024	1,023	1,022	1,021
1,04	1,052	1,049	1,047	1,045	1,043	1,042
1,06	1,078	1,074	1,071	1,067	1,065	1,062
1,08	1,104	1,099	1,094	1,090	1,086	1,083
1,10	1,130	1,123	1,118	1,112	1,108	1,104
1,12	1,156	1,148	1,141	1,135	1,129	1,124
1,14	1,182	1,173	1,165	1,157	1,151	1,145
1,18	1,234	1,222	1,212	1,202	1,194	1,187
1,20	1,260	1,247	1,235	1,225	1,216	1,207

Lampiran D (Normatif)

Penentuan faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar (β)

Tabel dibawah ini memberikan nilai-nilai faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar (β) untuk nilai-nilai perbandingan dari daya indikator (k) dan efisiensi mekanis (η_m) yang telah diketahui.

Nilai k dapat ditentukan dari Lampiran D.1.

Nilai η_m seperti pada sub pasal 6.4.1.2 catatan 4.

Tabel D.1 – Nilai faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar (β)

k	(β)					
	<i>Mechanical efficiency (η_m)</i>					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,50	1,429	1,304	1,212	1,141	1,084	1,083
0,52	1,383	1,275	1,193	1,129	1,077	1,035
0,54	1,343	1,248	1,175	1,118	1,071	1,032
0,56	1,308	1,225	1,159	1,108	1,065	1,030
0,58	1,278	1,203	1,145	1,098	1,060	1,027
0,60	1,250	1,184	1,132	1,090	1,055	1,025
0,62	1,225	1,167	1,120	1,082	1,050	1,023
0,64	1,203	1,151	1,109	1,075	1,046	1,021
0,66	1,183	1,137	1,099	1,068	1,042	1,019
0,68	1,164	1,123	1,090	1,062	1,038	1,018
0,70	1,148	1,111	1,081	1,056	1,035	1,016
0,72	1,132	1,100	1,073	1,051	1,031	1,015
0,74	1,118	1,085	1,066	1,045	1,028	1,013
0,76	1,105	1,080	1,059	1,041	1,025	1,012
0,78	1,092	1,070	1,052	1,036	1,022	1,011
0,80	1,081	1,062	1,046	1,032	1,020	1,009
0,82	1,071	1,054	1,040	1,028	1,017	1,008
0,84	1,061	1,047	1,035	1,024	1,015	1,007
0,86	1,051	1,040	1,029	1,021	1,013	1,006
0,88	1,043	1,033	1,024	1,017	1,011	1,005
0,90	1,035	1,027	1,020	1,014	1,009	1,004
0,92	1,027	1,021	1,016	1,011	1,007	1,003
0,94	1,020	1,015	1,011	1,008	1,005	1,002
0,96	1,013	1,010	1,007	1,005	1,003	1,002
0,98	1,006	1,005	1,004	1,003	1,002	1,001
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	0,994	0,995	0,997	0,998	0,999	0,999
1,04	0,989	0,991	0,993	0,995	0,997	0,999
1,06	0,983	0,987	0,990	0,993	0,996	0,998
1,08	0,978	0,983	0,987	0,991	0,994	0,997
1,12	0,969	0,976	0,982	0,987	0,992	0,996
1,14	0,965	0,972	0,979	0,985	0,991	0,996
1,16	0,960	0,969	0,976	0,983	0,989	0,995
1,18	0,956	0,966	0,974	0,982	0,988	0,994
1,20	0,952	0,963	0,972	0,980	0,987	0,994

Lampiran E (Informatif)

Penentuan perbandingan dari daya indikator (k)

Rumus (3) dan (4) dapat ditulis sebagai berikut:

$$k = (R_1)^{y_1} (R_2)^{y_2} (R_3)^{y_3}$$

Keterangan:

k = perbandingan daya indikator

Keterangan:

$$R_1 = \frac{p_x \times a \phi P_{sx}}{p_r \times a \phi r P_{sr}} \quad \text{atau} \quad \frac{P_x}{p_{ra}}$$

Keterangan:

$$R_2 = \frac{T_r}{T_x} \quad \text{atau} \quad \frac{T_{ra}}{T_x}$$

Keterangan:

$$R_3 = \frac{T_{er}}{T_{ex}} \quad \text{atau} \quad \frac{T_{cra}}{T_{cx}}$$

Keterangan:

$$y_1 = m; y_2 = n; y_3 = s$$

nilai R_1 dapat ditentukan dari Tabel F.1 dan nilai R yang lain dapat dihitung nilai m , n , s didapat dari Tabel E.1.

Tabel E.1 dibawah ini memberikan nilai R^y untuk perbandingan r dan faktor y yang diketahui.

Nilai k selanjutnya bisa didapatkan dengan cara mengendalikan bersama R^y yang tepat.

Tabel E.1 – Nilai R^y untuk menentukan rasio daya indikator, k

R	R^y								
	Y								
	0,5	0,55	0,57	0,7	0,75	0,86	1,2	1,7	2,0
0,60	0,775	0,755	0,747	0,699	0,682	0,645	0,542	0,409	0,360
0,62	0,787	0,769	0,762	0,716	0,699	0,663	0,564	0,433	0,384
0,64	0,800	0,782	0,775	0,732	0,716	0,681	0,585	0,458	0,410
0,66	0,812	0,796	0,789	0,748	0,732	0,700	0,607	0,483	0,436
0,68	0,825	0,809	0,803	0,763	0,749	0,718	0,630	0,509	0,462
0,70	0,837	0,822	0,816	0,779	0,765	0,736	0,652	0,536	0,490
0,72	0,849	0,835	0,829	0,795	0,782	0,754	0,674	0,563	0,518
0,74	0,860	0,847	0,842	0,810	0,798	0,772	0,697	0,590	0,548
0,76	0,872	0,860	0,855	0,825	0,814	0,790	0,719	0,619	0,578
0,78	0,883	0,872	0,868	0,840	0,830	0,808	0,742	0,647	0,608
0,80	0,894	0,885	0,881	0,855	0,846	0,825	0,765	0,677	0,640
0,82	0,906	0,897	0,893	0,870	0,862	0,843	0,788	0,707	0,672
0,84	0,917	0,909	0,906	0,885	0,877	0,861	0,811	0,737	0,706
0,86	0,927	0,920	0,916	0,900	0,893	0,878	0,834	0,768	0,740
0,88	0,938	0,932	0,930	0,914	0,909	0,896	0,858	0,800	0,774
0,90	0,949	0,944	0,942	0,929	0,924	0,913	0,881	0,832	0,810
0,92	0,959	0,955	0,954	0,943	0,939	0,931	0,905	0,864	0,846
0,94	0,970	0,967	0,965	0,958	0,955	0,948	0,928	0,897	0,884
0,96	0,980	0,978	0,977	0,972	0,970	0,966	0,952	0,931	0,992
0,98	0,990	0,989	0,989	0,986	0,985	0,963	0,976	0,965	0,960
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	1,010	1,011	1,011	1,014	1,015	1,017	1,024	1,035	1,040
1,04	1,020	1,022	1,023	1,028	1,030	1,034	1,048	1,071	1,082
1,06	1,030	1,033	1,034	1,042	1,045	1,051	1,072	1,107	1,142
1,08	1,038	1,043	1,045	1,056	1,059	1,068	1,097	1,144	1,166
1,10	1,049	1,054	1,056	1,067	1,074	1,086	1,121	1,182	1,210
1,12	1,058	1,064	1,067	1,078	1,089	1,102	1,146	1,219	1,254
1,14	1,068	1,075	1,078	1,088	1,103	1,119	1,170	1,258	1,300
1,16	1,077	1,085	1,088	1,110	1,118	1,136	1,195	1,297	1,392
1,18	1,086	1,095	1,099	1,123	1,132	1,153	1,220	1,336	1,392
1,20	1,095	1,106	1,110	1,135	1,147	1,170	1,245	1,376	1,440

Lampiran F (informatif)

Penentuan perbandingan tekanan udara kering

Perbandingan tekanan udara kering digunakan pada rumus (3) diberikan pada Tabel F.1 di bawah ini untuk nilai $a = 1$ dari acuan A, E dan G untuk nilai-nilai berbeda dari tekanan barometer total (p_x) dan tekanan uap air $\varphi_x p_{sx}$. Bila tekanan uap air tidak diketahui bisa didapatkan dari suhu udara dan kelembaban relatif dengan menggunakan Tabel G.1.

Tabel F.1 – Nilai perbandingan tekanan udara kering

Ketinggian dari permukaan laut (m)	Total tekanan barometer, p_x (kPa)	Nilai perbandingan tekanan udara kering ($\frac{p_x - a\varphi_x p_{sx}}{p_r - a\varphi_r p_{sr}}$)													
		Tekanan uap air $\varphi_x p_{sx}$ (kPa)													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	100,3	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
100	100,0	1,01	1,00	0,98	0,97	0,98	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
200	98,9	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86
400	96,7	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
600	94,4	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82
800	92,1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
1000	89,9	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77
1200	87,7	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75
1400	85,6	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73
1600	83,5	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71
1800	81,5	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69
2000	79,5	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67
2200	77,6	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65
2400	75,6	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63
2600	73,7	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61
2800	71,9	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
3000	70,1	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57
3200	68,4	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55
3400	66,7	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54
3600	64,9	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
3800	63,2	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50
4000	61,5	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48
4200	60,1	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
4400	58,5	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45
4600	56,9	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
4800	55,3	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42
5000	54,1	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41

Lampiran G (informatif)

Tabel untuk menentukan tekanan uap air, perbandingan dan faktor

G.1 Penentuan tekanan uap air

Tekanan uap air ($\varphi_x p_{sx}$) diberikan pada Tabel G.1 di bawah ini di dalam satuan kPa, untuk perbedaan nilai suhu udara t_x (°C) dan kelembaban relatif φ_x .

Tabel G.1 – Penentuan tekanan uap air

t_x (°C)	Tekanan uap air ($\varphi_x p_s$), kPa								
	Kelembaban relatif (φ_x) %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
-10	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06
-9	0,30	0,29	0,26	0,23	0,20	0,16	0,13	0,10	0,07
-8	0,35	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07
-7	0,38	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,15	0,11	0,08
-6	0,41	0,36	0,32	0,28	0,24	0,20	0,16	0,12	0,08
-5	0,43	0,39	0,35	0,30	0,26	0,22	0,17	0,13	0,09
-4	0,46	0,41	0,37	0,32	0,28	0,23	0,18	0,14	0,09
-3	0,49	0,44	0,39	0,34	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
-2	0,53	0,47	0,42	0,37	0,32	0,26	0,21	0,16	0,10
-1	0,50	0,50	0,45	0,39	0,34	0,28	0,22	0,17	0,11
0	0,60	0,54	0,48	0,42	0,36	0,30	0,24	0,18	0,12
1	0,60	0,58	0,51	0,45	0,39	0,32	0,26	0,19	0,13
2	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,34	0,28	0,21	0,14
3	0,74	0,66	0,59	0,52	0,44	0,37	0,30	0,22	0,15
4	0,79	0,71	0,63	0,55	0,47	0,40	0,32	0,24	0,16
5	0,85	0,76	0,68	0,59	0,51	0,42	0,34	0,25	0,17
6	0,91	0,82	0,73	0,64	0,55	0,46	0,36	0,27	0,18
7	0,98	0,88	0,78	0,68	0,59	0,49	0,39	0,29	0,20
8	1,05	0,94	0,84	0,73	0,63	0,52	0,42	0,31	0,21
9	1,12	1,01	0,90	0,78	0,67	0,56	0,45	0,34	0,22
10	1,20	1,08	0,96	0,84	0,72	0,60	0,48	0,36	0,24
11	1,28	1,16	1,03	0,90	0,77	0,64	0,51	0,39	0,26
12	1,37	1,24	1,10	0,96	0,82	0,69	0,55	0,41	0,27
13	1,47	1,32	1,17	1,03	0,88	0,73	0,59	0,44	0,29
14	1,47	1,41	1,25	1,10	0,94	0,78	0,63	0,47	0,31
15	1,67	1,51	1,34	1,17	1,00	0,84	0,67	0,50	0,33
16	1,79	1,61	1,43	1,25	1,07	0,89	0,71	0,54	0,36
17	1,90	1,71	1,52	1,33	1,14	0,95	0,76	0,57	0,38
18	2,03	1,83	1,62	1,42	1,22	1,01	0,81	0,61	0,41
19	2,16	1,94	1,73	1,51	1,30	1,08	0,86	0,65	0,43
20	2,30	2,07	1,84	1,61	1,38	1,15	0,92	0,69	0,46
21	2,45	2,20	1,96	1,71	1,47	1,22	0,98	0,73	0,49
22	2,60	2,34	2,08	1,82	1,56	1,30	1,04	0,78	0,52
23	2,77	2,49	2,21	1,94	1,66	1,38	1,11	0,83	0,55

Tabel G.1 – Lanjutan

t_x (°C)	Tekanan uap air ($\phi_x p_s$), kPa								
	Kelembaban relatif (ϕ_x) %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
24	2,94	2,56	2,35	2,06	1,76	1,47	1,18	0,88	0,59
25	3,12	2,81	2,50	2,19	1,87	1,56	1,25	0,94	0,62
26	3,32	2,98	2,65	2,32	1,99	1,66	1,33	0,99	0,66
27	3,52	3,17	2,82	2,46	2,11	1,76	1,41	1,06	0,70
28	3,73	3,36	2,99	2,61	2,24	1,87	1,49	1,12	0,75
29	3,96	3,56	3,17	2,77	2,38	1,98	1,58	1,19	0,79
30	4,20	3,78	3,36	2,94	2,52	2,10	1,68	1,26	0,84
31	4,45	4,01	3,56	3,12	2,67	2,23	1,78	1,34	0,89
32	4,72	4,25	3,78	3,30	2,83	2,36	1,89	1,42	0,94
33	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00
34	5,29	4,76	4,24	3,71	3,18	2,65	2,12	1,59	1,06
35	5,60	5,04	4,48	3,92	3,36	2,80	2,24	1,68	1,12
36	5,93	5,34	4,74	4,15	3,56	2,97	2,37	1,78	1,19
37	6,27	5,64	5,02	4,89	3,76	3,14	2,51	1,88	1,25
38	6,63	5,97	5,30	4,64	3,98	3,32	2,65	1,99	1,33
39	7,01	6,81	5,61	4,90	4,20	3,50	2,80	2,10	1,40
40	7,40	6,66	5,92	5,18	4,44	3,70	2,96	2,22	1,48
41	7,81	7,03	6,25	5,47	4,69	3,91	3,12	2,34	1,56
42	8,24	7,42	6,59	5,77	4,94	4,12	3,30	2,47	1,65
43	8,69	7,82	6,95	6,08	5,21	4,34	3,47	2,61	1,74
44	9,15	8,24	7,32	6,41	5,49	4,58	3,66	2,75	1,83
45	9,63	8,67	7,71	6,74	5,78	4,82	3,85	2,89	1,93
46	10,13	9,12	8,11	7,09	6,08	5,07	4,05	3,04	2,03
47	10,65	9,58	8,52	7,45	6,39	5,33	4,26	3,20	2,13
48	11,18	10,07	8,95	7,83	6,71	5,59	4,47	3,36	2,24
49	11,73	10,56	9,39	8,21	7,04	5,87	4,69	3,52	2,35
50	12,30	11,07	9,84	8,61	7,38	6,15	4,92	3,69	2,46

Bibliografi

ISO 15550: 2002, *Internal combustion engines – Determination and method for the measurement of engine power – General requirements*,

ISO 3046-1: 2002, *Reciprocating internal combustion engines – Performance – Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods – Additional requirements for engines for general use* dan

ISO 3046-3: 2006, *Reciprocating internal combustion engines – Performance – Part 3: Test measurements*.

SNI 05 - 0119 - 2000, *Motor bakar gerak bolak balik untuk kegunaan umum – Unjuk kerja dan cara uji*

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEP-35/MENLH/10/1993 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor.













BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id